

**Pengujian Kinerja HFC-134a Refrigerant
pada AC Mobil Sistem (Percobaan Statis)
dengan Variasi Kecepatan Motor**

PROYEK AKHIR

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Ahli Madya**



Disusun Oleh:

Dwi Cahyo Marindho

2011-55-024

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MURIA KUDUS
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul proyek akhir : Pengujian Kinerja HFC-134a Refrigerant Motor pada
AC Mobil Sistem (Percobaan Statis) dengan Variasi
Kecepatan Motor.

Nama : Dwi Cahyo Marindho

NIM : 2011-55-024

Konsentrasi : Mesin Otomotif

Telah layak mengikuti ujian proyek akhir pada program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus.

Kudus, 6 September 2014

Pembimbing I



Rianto Wibowo, ST.,M.Eng.

Pembimbing II



Bachtiar Setya N.,ST.,MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul proyek akhir : Pengujian Kinerja HFC-134a Refrigerant Motor pada
AC Mobil Sistem (Percobaan Statis) dengan Variasi
Kecepatan Motor.

Nama : Dwi Cahyo Marindho

NIM : 2011-55-024

Konsentrasi : Mesin Otomotif

Telah diujikan pada ujian Proyek Akhir Ahli Madya pada tanggal 9 September
2014 dan dinyatakan **LULUS** pada Program Studi Teknik Mesin Universitas
Muria Kudus.

Kudus, 9 September 2014

Ketua Penguji



Hera Setiawan, ST., MEng

Anggota Penguji I



Taufiq Hidayat, ST., MT

Anggota Penguji II



Rianto Wibowo ST., MEng

Mengetahui,

Dean Fakultas Teknik

Universitas Muria Kudus


Rochmad Winarso, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus


Taufiq Hidayat, ST., MT

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis mempersembahkan laporan Proyek Akhir ini kepada:

1. Allah SWT dan Rosulnya yang telah memberikan segala petunjuk-NYA.
2. Bapak, ibu, beserta seluruh keluarga yang telah memberikan do'a restu dan dukungannya dalam mencapai cita dan asa.
3. Saudaraku Bank_DK yang selalu mendukungku dalam kondisi apapun.
4. Seluruh Dosen dan Asdos yang telah mendidik dan membimbing penulis dalam menuntut ilmu.
5. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011.
6. Sobat- sobatku special to my gank (Ary , Bonek , Kincus Team panas dingin) dan rekan pembantu (Mas Sukamting dan Jeck Wapik Team hidrolis) kemudian teman seperjuangan (keluarga anak kost Ojan, Kipli, Farid, Mujib, Dian Mie, Bagos dan Kapit).
7. Almamaterku Universitas Muria Kudus.

MOTTO

1. Susah senang dilalui bersama untuk mendapatkan hasil yang terbaik.
2. Agama tanpa ilmu adalah buta. Ilmu tanpa agama adalah lumpuh.
3. Setiap masalah pasti ada jalan keluarnya.
4. Semua akan indah pada waktunya bila semua dikerjakan dengan ikhlas.
5. Setidaknya kita pernah berjuang dalam belajar bersama dan menghasilkan hasil yang memuaskan.
6. Ketika kita sedang membutuhkan bantuan dan tak ada satu orang pun yang bisa membantu kita, yakinlah bahwa Allah akan memberikan jalan yang terbaik untuk kita.
7. Beriman dan bertaqwa kepada Allah SWT dan selalu menjalankan perintahNYA dan menjauhi laranganNYA.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang melimpahkan rahmat, hidayat dan pertolongan kepada penulis serta nikmat dan karunia yang lebih sehingga tak mampu bagi penulis untuk sekedar menghitung dan mengucapkan syukur atas segala yang dianugerahkan Allah SWT kepada penulis satu per satu. Rahmat dan salam kepada Rosulullah, Muhammad kekasih Allah. Beliau lah yang telah membawa kita dari kegelapan ke jalan cahaya. Terima kasih ya Allah atas segala nikmat yang Engkau berikan padaku. Sehingga dapat menyelesaikan tugas proyek akhir dengan judul **“Pengujian Kinerja HFC-134a Refrigerant Motor pada AC Mobil Sistem (Percobaan Statis) dengan Variasi Kecepatan Motor”** dengan baik dan lancar sesuai waktu yang telah direncanakan.

Penyusunan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Program Studi Ahli Madya program studi D III Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
2. Bapak Taufiq Hidayat, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
3. Bapak Rianto Wibowo, ST., MEng selaku dosen pembimbing I yang dengan baik menuntun dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.

4. Bapak Bachtiar Setya N., ST., MT selaku pembimbing II yang dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Segenap dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dalam setiap perkuliahan.
6. Seluruh laboran teknik mesin, yang telah membantu dan memberi arahan dalam pembuatan proyek akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Ary Setiawan, Muh. Habib, Ridwan, Mujib, Farid, Wahyu Dian, Devi (Kipli), Bagos, Kapit, Sutomo Raharjo, Khoirul Wafiq dan Saiful Aqiyus terima kasih atas dukungan kalian.
8. Semua pihak yang membantu terselesaikannya laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan penulisan di masa-masa mendatang. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat. Amin.

Kudus, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Air Conditioner	5
2.1.1 Sejarah AC Mobil	5
2.1.2 Refrigerasi dan Air Conditioning	7

2.2. Fungsi Dari AC	9
2.2.1 Prinsip kerja dari pendingin	12
2.2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Standar	16
2.2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Aktual	17
2.3 Pengertian Umum.....	18
2.4 Unit Penggerak	30
2.4.1 Jenis motor listrik	31
2.4.2 Kontruksi motor induksi	31
2.4.3 Klasifikasi motor induksi	32
2.5 Rumus – rumus yang digunakan dalam perhitungan	33
2.5.1 Perhitungan Secara Ideal	33
2.5.2 Perhitungan Aktual	34
2.5.3 Perhitungan aktual pada kompresor	34
2.5.4 Perhitungan aktual pada evaporator	35
2.5.5 Beban Pendingin	36
2.5.6 Perhitungan Pully	36

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	38
3.2 Bahan Penelitian	38
3.3 Alat Yang Digunakan	38
3.4 Pelaksanaan Penelitian	42
3.4.1 Tahap Persiapan	42

3.5 Diagram Alir	45
BAB IV DATA DAN ANALISA	
4.1 Data Pengujian	47
4.1.1 Mengukur Kecepatan motor pada sistem AC mobil.....	47
4.1.2 Perhitungan Secara Ideal	48
4.1.3 Perhitungan Secara Aktual	53
4.2 Analisa Data	59
4.2.1 Variasi kecepatan motor terhadap COP_{Carnot}	59
4.2.2 Variasi kecepatan motor terhadap COP_{aktual} dan COP_{ideal}	60
4.2.3 Variasi kecepatan motor terhadap efek refrigerasi	62
4.2.7 Variasi kecepatan motor terhadap efisiensi isentropis	63
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Percobaan variasi pulley	43
Tabel 4.1 Hasil percobaan pada kompresor dan kondensor	47
Tabel 4.2 Hasil percobaan pada evaporator.....	48
Tabel 4.3. COP_{carnot} HFC-134a dengan variasi kecepatan motor	50
Tabel 4.4. COP_{standart} HFC-134a dengan variasi kecepatan motor.....	52
Tabel 4.5. COP_{aktual} HFC-134a dengan variasi kecepatan motor	55
Tabel 4.6. Efisiensi isentropis HFC-134a dengan variasi kecepatan motor	57
Tabel 4.7. Efek refrigerasi HFC-134a dengan variasi kecepatan motor	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Komponen Sistem AC	16
Gambar 2.2 Diagram T-s siklus standar	17
Gambar 2.3 Diagram p-h siklus standar	17
Gambar 2.4 Siklus kompresi uap aktual dan standar	18
Gambar 2.5 Kompresor tipe <i>Crank</i>	19
Gambar 2.6 Kompresor tipe <i>Swash Plate</i>	20
Gambar 2.7 Kompresor tipe <i>Wobble Plate</i>	21
Gambar 2.8 Kompresor tipe <i>Through vane</i>	21
Gambar 2.9 Kopling magnet	22
Gambar 2.10 kondensor	23
Gambar 2.11 Filter (<i>Reciever Dryer</i>)	24
Gambar 2.12 Katup ekspansi	26
Gambar 2.13 Evaporator	27
Gambar 2.14 Tipe plate fin	27
Gambar 2.15 Tipe serpentine fin	28
Gambar 2.16 Tipe drawn cup	28
Gambar 2.17 Thermostat	29
Gambar 2.18 Blower	30
Gambar 2.19 Motor listrik	30
Gambar 2.20 Fisik motor induksi	32

Gambar 3.1 Tabung refrigeran R-134a	38
Gambar 3.2 Mobil air conditioning.....	39
Gambar 3.3 Termometer	40
Gambar 3.4 <i>Manifold gauge</i>	40
Gambar 3.5 Tachometer	41
Gambar 3.6 Diagram alir penelitian	45
Gambar 3.7 Skema penelitian	46
Gambar 4.1 Diagram t-s siklus carnot	49
Gambar 4.2 Diagram p-h siklus ideal	50
Gambar 4.3 Grafik COP carnot.....	59
Gambar 4.4 Refrigerasi bermanfaat dan kerja bersih dari daur carnot....	60
Gambar 4.5 Grafik hubungan COP	61
Gambar 4.6 Grafik hubungan efek refrigerasi.....	62
Gambar 4.7 Grafik hubungan efisiensi.....	63

DAFTAR NOTASI

A	luas silinder kompresor, m^2
A	luas penampang saluran, m^2
COP	<i>coefficient of performance</i> , tanpa dimensi
COP _{aktual}	COP siklus kompresi uap aktual, tanpa dimensi
COP _{carnot}	COP siklus carnot, tanpa dimensi
COP _R	COP siklus kompresi uap standar, tanpa dimensi
h	enthalpi, kJ/kg
h ₁	enthalpi gas refrigeran pada tekanan evaporator, kJ/kg
h ₁	enthalpi refrigeran masuk kompresor, kJ/kg
h ₁	enthalpi refrigeran masuk kompresor, kJ/kg
h ₂	enthalpi gas refrigeran pada tekanan kondensor (isentropik), kJ/kg
h ₂	enthalpi refrigeran keluar kompresor, kJ/kg
h _{2a}	enthalpi refrigeran keluar kompresor, kJ/kg
h _{2s}	enthalpi refrigeran saat kompresi isentropik, kJ/kg
h ₃	enthalpi refrigeran masuk TXV, kJ/kg
h ₄	enthalpi cairan refrigeran pada tekanan kondensor, kJ/kg
h ₄	enthalpi refrigeran keluar evaporator, kJ/kg
h ₅	enthalpi refrigeran masuk evaporator, kJ/kg
h _u	enthalpi udara, kJ/kg
m_{ref}	laju aliran massa refrigeran, kg/s
m	prosentase volume sisa, %
n	jumlah silinder, tanpa dimensi
P	tekanan absolut, MPa
P ₁	tekanan sisi <i>suction</i> kompresor, MPa
P ₂	tekanan sisi <i>discharge</i> kompresor, MPa
P ₃	tekanan sisi keluar kondensor, MPa
P ₄	tekanan sisi masuk evaporator, MPa
P ₅	tekanan sisi keluar evaporator, MPa
P ₂ /P ₁	<i>pressure ratio</i> , tanpa dimensi
P _{evap}	tekanan evaporator, MPa
P _{kond}	tekanan kondensor, MPa
Q	laju perpindahan panas, kW
Q	debit aliran refrigeran, m^3/s
Q _{evap}	kalor yang diserap evaporator, kW
q	efek refrigerasi, kJ/kg
rpm	putaran kompresor, rpm
S	entropi, kJ/(kg . K)
S	panjang langkah, m
T	temperatur absolut, °C atau K
T _{db}	temperatur bola kering, °C
T _{evap}	temperatur evaporator, °C
T _H	temperatur refrigeran saat melepas kalor (temperatur kondensor) , °C

T_{kond}	temperatur kondensor, $^{\circ}\text{C}$
T_L	temperatur refrigeran saat menyerap kalor (temperatur evaporator), $^{\circ}\text{C}$
T_{wb}	temperatur bola basah, $^{\circ}\text{C}$
V_{disp}	volume perpindahan (<i>displacement</i>) kompresor per putaran, m^3
J_{buang}	volume spesifik uap setelah kompresi isentropik, m^3/kg
J_{hisap}	volume spesifik uap yang masuk kompresor, m^3/kg
V_u	kecepatan udara dalam saluran, m^3/kg
W_{komp}	daya kompresor, kW
η_{cv}	efisiensi ruang sisa, %
η_{vol}	efisiensi volumetris, %
η_{kom}	efisiensi isentropis (efisiensi kompresor), %
ρ	densitas refrigeran, kg/m^3
ρ_{suc}	densitas refrigeran pada sisi hisap (<i>suction</i>) kompresor, kg/m^3
ρ_u	densitas udara, kg/m^3

